

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Postęp dokonywany w ostatnich latach w dziedzinie technologii komunikacyjnych na niespotykaną dotychczas skalę poszerzył możliwości rozwoju usług dostarczanych w ramach istniejących klas układów sieciowych. Ponadto, wyzwolił też możliwość formowania nowych typów takich układów. Szybkie sieci teleinformatyczne, systemy składowania danych, systemy produkcyjne i logistyczne, inteligentne sieci elektroenergetyczne oraz układy zdalnej regulacji, a ostatnio także i Internet Rzeczy stają się częścią krytycznej infrastruktury niezbędnej do zabezpieczenia dobrobytu i trwałego rozwoju nowoczesnego społeczeństwa. Zdalne sterowanie procesami dynamicznymi, które początkowo pozostawało jedynie w obrębie zastosowań przemysłowych, ma coraz silniejszy wpływ na codzienność. Układy regulacji, zwłaszcza te wzbogacone możliwościami interakcji sieciowej, w postaci zautomatyzowanych pojazdów, domów, systemów inteligencji środowiskowej, wspierających osoby niepełnosprawne, czy urządzenia Internetu Rzeczy są traktowane przez obywateli jako normalność. Poprawnie zaprojektowane układy regulacji, oprócz korzyści ekonomicznych, poprawiają komfort, bezpieczeństwo i poczucie zadowolenia z życia. Jednakże skuteczne wdrożenie każdego systemu rozproszonego ściśle zależy od jakości komunikacji pomiędzy jego elementami. Infrastruktura sieciowa i powiązane z nią protokoły wymiany danych muszą gwarantować spełnienie wymagań aplikacji (lub procesu) niezależnie od niekorzystnych, lecz typowych zjawisk, takich jak zatory, interferencje, czy zakłócenia. W związku z tym układy sieciowe należy w sposób ciągły monitorować i adaptować do zmieniających się wymagań, wykorzystując do tego celu odpowiednie algorytmy sterowania, odporne na znaczne niepewności.

Aplikacyjne sposoby pozwalające na tolerowanie zmienności parametrów układu sieciowego mają ograniczone możliwości. Powinny zostać one uzupełnione metodami ograniczania fluktuacji przepustowości kanałów i opóźnień zlokalizowanymi w niższych warstwach. Jedną z ostatnio promowanych metod – której poświęcony jest projekt – stanowi jednoczesne wykorzystanie wielu kanałów transportowych. Takie podejście jest też atrakcyjne z ekonomicznego punktu widzenia, ponieważ pozwala na obniżenie kosztów zakupu i wykorzystywania powiązanej infrastruktury (przyłącza sieciowe, interfejsy, punkty dostępowe). Podobnie jest w przypadku multimodalnych systemów logistycznych, wykorzystujących jednocześnie różne środki transportu (samochody, kolej, statki) do obniżenia kosztów pozyskania i relokacji dóbr. Niestety, niewłaściwe sterowanie przepływem zasobów w trybie wielościeżkowym może zakwestionować potencjalne zalety rozpatrywanego rozwiązania. Przykładem takiej sytuacji jest niemożność wykorzystania danych (towarów) dostarczonych jednym kanałem i zalegających w buforach (magazynach) w oczekiwaniu na dostarczenie pozostałych partii transportowanych innymi kanałami z odmiennym opóźnieniem. W przeciwieństwie do typowych – często heurystycznych – metod stosowanych do zarządzania wieloma ścieżkami transportu, niniejszy projekt zakłada konstruowanie algorytmów w oparciu o osiągnięcia teorii układów dynamicznych. W konsekwencji spełnione zostaną wymagania dotyczące wydajności i odporności na skutki niepewnych warunków transmisji danych (towarów), bez względu na to, czy algorytmy te będą wykorzystane w przemyśle, rolnictwie, czy w innych obszarach. Związane z opracowanymi algorytmami zagadnienia implementacyjne będą bezpośrednio uwzględniane w procesie ich projektowania i weryfikowane z użyciem rzeczywistych sieci, co stanowić będzie bezpośredni dowód na możliwość ich praktycznego wdrożenia. Ponadto, wysokopoziomowa abstrakcja matematyczna, mająca swoje źródło w teorii systemów dynamicznych, pozwoli na współdzielenie obiecujących osiągnięć pomiędzy różnymi dyscyplinami. Na przykład wydajne schematy reagowania na powstawanie zatorów w sieciach transmisji danych mogą zostać w płynny sposób zaadaptowane do multimodalnych łańcuchów logistycznych.